

ТАВРИЧЕСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

На правах рукописи

Мязинов Алим Сейт-Аметович



УДК 621.3(-22)(075.32)/620.9.91

ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
ПРОЦЕССОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ  
ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Специальность 05.20.02-Применение электротехнологий  
в сельскохозяйственном производстве

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата  
технических наук

Мелитополь - 1997



00752300 (H)

Дисертацією вважається рукопис.

AB 37.096

Работа выполнена на кафедре «Механизации животноводческих ферм» Крымского сельскохозяйственного института и кафедре «Радиофизики и электроники» Симферопольского государственного университета.

**Научные руководители:** кандидат физико-математических наук,  
доцент **Умеров Энвер Айдерович;**  
кандидат технических наук,  
доцент **Нугер Борис Константинович;**

**Официальные оппоненты:** доктор технических наук, профессор  
**Мурзин Владимир Константинович**  
кандидат технических наук, доцент  
**Мунтян Владимир Алексеевич**

**Ведущая организация:** Харьковский государственный технический университет сельского хозяйства.

Защита состоится «18» марта 1997 года в 11<sup>00</sup> часов на заседании специализированного ученого совета К 33.01.01 по присуждению ученой степени кандидата технических наук при Таврической государственной агротехнической академии (ТГАТА) (332339, г.Мелитополь, пр-т Б. Хмельницкого, 18).

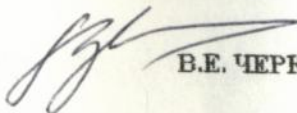
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ТГАТА (332339, г.Мелитополь, пр-т Б. Хмельницкого, 18).

Автореферат разослан «15» февраля 1997 г.

**Ученый секретарь**

**специализированного совета**

кандидат технических наук, профессор

  
**В.Е. ЧЕРКУН**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность.** Предлагаемая работа посвящена решению важнейших задач энергообеспечения сельскохозяйственного производства с использованием возобновляемых природных источников энергии. Применение установок, преобразующих энергию этих источников в любой другой вид энергии, сегодня актуально в связи с проблемами, вызванными так называемым энергетическим кризисом, дефицитом жидкого топлива во многих странах и задачами по его экономии. А главное, проблемами сохранения относительно быстро истощающихся ископаемых энергетических ресурсов и защиты окружающей среды от загрязнения продуктами сгорания, радиоактивными отходами атомной энергетики.

В южных районах Украины, удаленных от источников энергоснабжения, наиболее перспективным является использование солнечной энергии совместно с энергией ветра, так как повышенная солнечная активность в этих районах совпадает с периодом, когда сила ветра минимальна, и наоборот.

**Объект исследования.** Электроснабжение сельскохозяйственных технологий с питанием от природных возобновляемых источников энергии.

**Цель и задачи исследования.** Целью настоящей работы является создание систем электроснабжения для удаленных сельскохозяйственных объектов и мелких фермерских хозяйств при комплексном использовании преобразованной энергии солнечного излучения и ветропотенциала.

Основными задачами исследования являются:

- 1) выявление перспективных фотоэлектрических преобразователей солнечного излучения и ветрогенераторов для сельскохозяйственного производства;
- 2) исследование и усовершенствование фотоэлектрических характеристик солнечных фотоэлектрических батарей;



3) разработка и создание на основе полученных характеристик комплексных систем энергообеспечения и экспериментальное исследование их работы на мелких фермах и отдаленных пастбищных хозяйствах;

4) разработка математических моделей и создание программного продукта для комплексного использования электропреобразователей природных источников энергии для сельскохозяйственных нужд;

5) проверить работу системы энергоснабжения из солнечных батарей, коллекторов и ветрогенератора в условиях отгонных пастбищ и дать экономическую оценку, внедрить результаты исследования в хозяйства.

**Методика исследования.** На основе проанализированных литературных данных подбирались преобразователи возобновляемых природно-энергетических источников непосредственно для сельскохозяйственного производства. Разрабатывалась теоретическая модель фотоэлектрического полупроводникового преобразователя, а также рассматривались процессы деградации структур и пути улучшения их характеристик.

Для повышения использования возобновляемых источников энергии предусматривалось комплексное использование солнечных фотобатарей, коллекторов и концентраторов совместно с ветрогенераторами в процессах электроснабжения малых ферм и бригад на отгонных пастбищах. Оценка эффективности использования электрооборудования для преобразования природной энергии велась исходя из сравнения себестоимости получаемой электроэнергии традиционными источниками и преобразователями возобновляемой природной энергии.

Полученные характеристики и данные обрабатывались при помощи специализированных прикладных графических пакетов SURFER и GRAFIT с использованием IBM совместимого компьютера.

**Научная новизна.** Используя машинный метод расчета и классический подход к описанию фотоэлектрических процессов в полупроводниках предложен расчет вольт-амперной характеристики вариозного полупроводникового электропреобразователя.

Выявлены причины ухудшения электрических характеристик на поверхности солнечного фотопреобразователя при воздействии различных состав-

ляющих солнечного спектра. Найдены пути улучшения и повышения стойкости слонстых полупроводниковых структур при легировании их примесями.

Разработанные электрические схемы систем слежения за солнцем по параметрам приходящего излучения и фиксированной траектории движения имеют дополнительные режимы и просты в исполнении. Предложен электронный блок суммирования и перераспределения преобразованной природной энергии для комплексного использования солнечных батарей и ветрогенераторов.

Исследованы и модернизированы системы электро- и теплообеспечения, обслуживающие производственные процессы и процессы жизнеобеспечения на удаленных фермерских хозяйствах, использующие потенциал преобразованной солнечной и ветровой энергии.

Составлены математические модели для расчета необходимой мощности электропреобразователей и распределения потребляемой энергии на основе которых разработан программный продукт для широкого круга пользователей с базой данных для персонального IBM совместимого компьютера.

**Практическая ценность.** Предложенный метод получения полупроводниковых слонстых структур с предварительным ионным легированием цезием по предложенной технологии позволит создавать солнечные элементы с более устойчивыми характеристиками.

Полученные результаты исследования создания электронных систем слежения, принудительной циркуляции могут быть использованы в различных сельскохозяйственных процессах с использованием в качестве источника солнечного излучения повышенной концентрацией.

Разработаны практические схемы электроснабжения для отгонных пастбищ и фермерских хозяйств с питанием от фотоэлектрических батарей, коллекторов и ветрогенераторов в различной комбинации для мощностей потребления от 100 Вт до 5 кВт при помощи блока суммирования и перераспределения.

При проектировании и модернизации систем электро- и теплоснабжения сельскохозяйственных процессов, несомненно полезно воспользоваться предлагаемым программным продуктом и с его помощью определить оптимальные параметры электропреобразующих генераторов природных возобновляемых источников.

**Апробация работы.** Основные результаты и выводы диссертации докладывались на Международных конференциях "Приборостроение-94" (Винница-Симферополь, 1994г.), "Физические основы неустойчивости полупроводниковых приборов" (Кишинев, 1991г.) и "Физика окисных пленок" (Петрозаводск, 1991г.). А также на республиканских и региональных конференциях и семинарах: "Вклад ученых аграрников в увеличение производства продукции с.х. в период перехода к рынку" (Симферополь, 1995г.), "Радиационная физика твердого тела" (Самарканд, 1991г.) и на 32-м семинаре по моделированию на ЭВМ радиационных и других дефектов в кристаллах (Минск, 1991).

**Публикации.** Материалы диссертации отображены в 14 печатных работах, среди которых одно свидетельство об изобретении и одна авторская заявка, статьи в журналах и доклады на международной и региональных конференциях, в методических пособиях для студентов ВУЗов.

**Структура и размер работы.** Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, основных результатов диссертации, списка использованной литературы и приложений. Материал изложен на 120 страницах, содержит 75 рисунков и 5 таблиц, библиографию из 109 названий на 10 страницах.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** показана актуальность выбранной темы, сформулирована ее цель, показана новизна полученных результатов, изложено краткое содержание диссертации и выделены основные положения и результаты, которые выносятся на защиту.

**Первая глава** посвящена сложной энергетической обстановке на Украине при производстве сельхозпродукции и возможным методам получения и применения энергии от природных возобновляемых источников энергии.

Как перспективный метод применения энергопотенциала возобновляемых природных источников для электротехнологий сельскохозяйственного производства выделен способ преобразования солнечного излучения в электроэнергию на полупроводниковых фотобатареях. Даны особенности фотоэлектрического метода преобразования и прямого получения электрического тока. Выявлены наиболее много обещающие полупроводниковые структуры, используемые для создания солнечных батарей, а также динамика роста их КПД которая составляет в среднем 5-7% за десятилетие и на настоящий момент для аморфных структур 10-12%, для кристаллических на основе Si 20-24% и GaAs 30-34% при снижении их себестоимости.

**Во второй главе** обоснованы и сформулированы методы исследования электрических характеристик природных преобразователей для сельскохозяйственных систем.

Для решения задач не имеющих аналитического решения был выбран численный метод, имеющий абсолютную сходимость, явный, следующего вида:

$$U_i^{j+1} = \left(1 - \frac{2K \cdot \tau}{h^2}\right) \cdot U_i^j + \frac{K \cdot \tau}{h^2} \cdot (U_{i-1}^j + U_{i+1}^j) + \frac{\tau}{h^2} \cdot Q, \quad (1)$$

где  $h$  - шаг пространственной сетки по оси  $x$ ,  $\tau$  - временной шаг,  $U_i^{j+1}$  - значение в точке  $x_i$  на  $j+1$  временном шаге,  $U_i^j$  - значение в точке  $x_i$  на  $j$  временном шаге,  $U_{i\pm 1}^j$  - значение в точке  $x_{i\pm 1}$  на  $j$  временном шаге,  $K$  - коэффициент теплопроводности,  $Q$  - плотность внешних источников.

Особое внимание уделено выбору регистрирующей аппаратуры. При этом, наряду с существующими приборами измерения тепловых и фотоэлектрических преобразующих процессов, созданы схемы с термо- и фотодатчиками,

сделанные при непосредственном выполнении работы использующие экспоненциальные зависимости р-п перехода для интенсивности излучения:

$$Ln \frac{I}{I_0} = C \cdot U, \quad (2)$$

где  $C$  - константа, в которую входят  $q, k, T$ ;  $I$  и  $I_0$  - интенсивности;  $U$  - напряжение, и температуры:

$$G = \frac{g}{T} \cdot (J + A), \quad (3)$$

где  $G$  - проводимость при токе  $J$ ,  $g$  и  $A$  - постоянные.

При обработке полученных результатов выбран метод наименьших квадратов, а при построении графиков в пакете SURFER производилась SPLINE экстраполяция.

Третья глава посвящена теоретическому и экспериментальному исследованию полупроводниковых фотозлектрических элементов.

Для разрешения теоретической задачи о собирании фототока в фотоэлементе, определения ВАХ прибора, КПД и других характеристик солнечных элементов (СЭ) решались уравнения непрерывности совместно с уравнением Пуассона:

$$\left\{ \begin{array}{l} j_p = e \cdot \mu_p \cdot E_p \cdot p - \mu_p \cdot k \cdot T \cdot \frac{dp}{dx}, \\ j_n = e \cdot \mu_n \cdot E_n \cdot n - \mu_n \cdot k \cdot T \cdot \frac{dn}{dx}, \\ -\frac{dj_n}{dx} = \frac{dj_p}{dx} = g(x) - r(x), \\ \frac{e}{\varepsilon} \cdot (p - n) = \frac{d^2 \varphi}{dx^2}, \end{array} \right. \quad (4)$$

где  $j_p, j_n$  - плотности дырочного и электронного токов;  $\mu_n, \mu_p$  - подвижности электронов и дырок;  $\mu_p \cdot k \cdot T = e \cdot D_p, \mu_n \cdot k \cdot T = e \cdot D_n$  - коэффициенты диффузии из соотношения Эйнштейна;  $g(x)$  - темп оптической генерации;  $r(x)$  - темп рекомбинации;  $E_n$  и  $E_p$  - эффективные поля для электронов и дырок.

При этом были поставлены пять граничных условий, по два для концентраций электронов и дырок и одно для напряженности поля (либо два для потенциала).

Такая система неразрешима аналитически, поэтому сделаны ряд упрощающих допущений, так чтобы получить верную качественную картину, а также получить приближенные количественные результаты. Для этого объединены теоретические и экспериментальные данные об обычных  $p^+i-n^+$  солнечных элементах (СЭ) на основе  $a\text{-Si:H}$ .

Распределение темпа генерации  $g(x)$  по толщине  $i$ -слоя в фотоэлементе с переменной ШЗЗ определялась как интеграл

$$g(x) = \int_0^{\infty} \frac{\Phi(\lambda)}{h \cdot c} \cdot \lambda \cdot \alpha(\lambda, x) \cdot \exp \left[ \int_{x-d}^x \alpha(x) dx - \int_0^x \alpha(x) dx \right] d\lambda, \quad (5)$$

Полученные плотности токов равны:

$$j_p = e \cdot g \cdot \mu_p \cdot \tau_p \cdot E_p + e \cdot \mu_n \cdot E_n \cdot B_{n1} \text{ и } j_n = e \cdot g \cdot \mu_n \cdot \tau_n \cdot E_n + e \cdot \mu_p \cdot E_p \cdot B_{p2}, \quad (6)$$

где неопределенные коэффициенты  $B_{n1}$  и  $B_{p2}$  зависят от напряженностей  $E_n$  и  $E_p$ , следовательно и от напряжения  $U$ . Решая систему уравнений при различных напряжениях, находились соответствующие различным напряжениям коэффициенты  $B_{n1}$ ,  $B_{p2}$ , а далее полная плотность тока  $j$ .

Была проведена оптимизация по максимальной ширине запрещенной зоны, структуре и толщине элемента при максимальных временах жизни неравновесных носителей, достижимых в настоящее время. ВАХ оптимальной структуры приведена на рис. 1. При эффек-

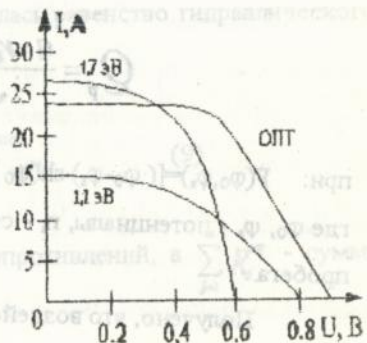


Рис. 1 Оптимальная ВАХ.

тивных скоростях поверхностной рекомбинации  $S_p = S_n = 10^4$  В/см, временах жизни  $\tau_n = 10^{-7}$  с,  $\tau_p = 10^{-6}$  с, максимальной ширине запрещенной зоны в структуре  $E_{g\max} = 2$  эВ, толщине i-слоя  $d = 0.6 \cdot 10^{-4}$  см получены следующие характеристики ФЭ:  $U_{\text{кк}} = 0.85$  В,  $J_{\text{кз}} = 23.1$  мА/см<sup>2</sup>,  $Q = 0.87$ ,  $K3 = 0.82$ , КПД = 16.1%. Полученный КПД превышает рекордные КПД каскадных СЭ на основе таких же материалов (до 13%). Характеристики СЭ при различной толщине i-слоя даны в таблице.

Таблица

$d \cdot 10^{-4}$ , см	$U_{\text{кк}}$ , В	$J_{\text{кз}}$ , мА/см <sup>2</sup>	K3	Q	КПД, %
0.6	0.85	23.10	0.87	0.9	16.1
1.0	0.90	20.80	0.72	0.77	14.4
1.8	0.80	19.00	0.66	0.78	12.1

Далее рассматриваются процессы воздействия внешних факторов на увеличение потерь в слоистых полупроводниковых структурах. Особое внимание уделено воздействию различных составляющих солнечного спектра на поверхностные свойства солнечных полупроводниковых преобразователей и вносимые дополнительные обратные сопротивления.

При этом использовалась усовершенствованная емкостная спектроскопия с учетом инверсионного заряда Q:

$$Q_v = \frac{q \cdot n_i \cdot L_d}{\sqrt{2}} \cdot \int_{\varphi_s}^{\varphi_0} \frac{\varphi_0 \exp(-\varphi_s)}{F(\varphi_0, \varphi_s)} d\varphi, \quad (7)$$

$$\text{при: } F(\varphi_0, \varphi_s) = [(\varphi_0 - \varphi_s) \cdot \text{sh}(\varphi_0) - \text{ch}(\varphi_0) + \text{ch}(\varphi_s)]^{1/2}, \quad (8)$$

где  $\varphi_0$ ,  $\varphi_s$  - потенциалы,  $n_i$  - собственная концентрация,  $L_d$  - длина свободного пробега.

Получено, что воздействие различных составляющих солнечного спектра (протонного,  $\gamma$  - излучения и тормозного) приводит к накоплению заряда в

изолирующем и переходном слоях и смещению вольт - емкостных характеристик структур ( рис.2 ), обусловленных не только образованием объемных ГЦ (А- и К-центра), но и за счет нарушения валентных связей Si - Si (Si-O) в переходной области полупроводника.

Для улучшения параметров предложен метод ионной имплантации цезия в кремниевую подложку структу-

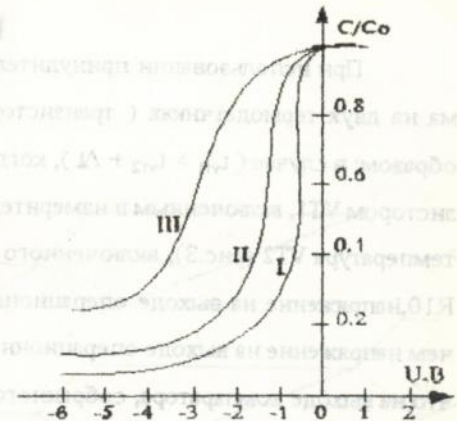


Рис.2 Емкостные характеристики

ры и последующий термический отжиг, который позволяет уменьшить плотность поверхностных состояний и зарядов в оксиде кремния, а формирование слоя оксида кремния при более низких температурах (по сравнению с термическим SiO<sub>2</sub>) позволяет улучшить генерационные и рекомбинационные объемные характеристики полупроводниковых фотопреобразователей. Более того, наличие цезия вблизи границы диэлектрик-полупроводник стабилизирует изоляционные свойства оксида кремния, уменьшая ток утечки.

**Четвертая глава** посвящена разработке и созданию комплексных систем энергообеспечения для удаленных хозяйств и модернизации электротехнологий при совместной работе солнечных батарей, используя электрическое и тепловое преобразование концентрированного и единичного потока солнечного излучения, и ветрогенераторов.

При тепловом преобразовании учитывалась равенство гидравлического напора  $G$  и общего сопротивления системы  $R_c^{gd}$ :

$$R_c^{gd} = \sum_{i=1}^n R_i^{pos} + \sum_{j=1}^m R_j^{par} \quad (9)$$

где  $\sum_{i=1}^n R_i^{pos}$  - сумма всех последовательных сопротивлений, а  $\sum_{j=1}^m R_j^{par}$  - сумма всех последовательных подключений.

При использовании принудительной циркуляции была разработана схема на двух термодатчиках ( транзисторы КТ3202А ), работающая следующим образом: в случае ( $t_{v11} > t_{v12} + \Delta t$ ), когда температура датчика, созданного транзистором VT1, включенным в измерительный мост VT1, R3, R6, R1, R7, выше чем температура VT2 (рис.3), включенного в измерительный мост VT2, R4, R9, R2, R10, напряжение на выходе операционного усилителя DA2 становится меньше чем напряжение на выходе операционного усилителя DA1. Это приводит к тому, что на выходе компаратора, собранного на операционном усилителе DA3, появляется напряжение высокого уровня, практически равное напряжению питания +15 В и подключается питание электродвигателя.

Для концентраторов солнечного излучения разработаны пошаговые азимутально - зенитальные системы наведения с электроприводом, использующие два принципа. Первый - система слежения по параметрам входящего излучения. На четырех германиевых фототранзисторах ФТ-2Г с темновым сопротивлением  $R_1 = 12В / (500 \cdot 10^{-6}А) = 24 \text{ кОм}$  сконструирован блок управления с независимым питанием  $U_p = 12В$  и  $I_p = 1 \text{ А}$ . При этом логическая задача решается микросхемой, состоящей из четырех элементов И-НЕ объединенных в одном корпусе, сравнением сигналов с различных четырех направлений при помощи компаратора на микросхеме К140УД12. Универсальность схемы достигается за счет введения аварийного режима на двух двухконтактных реле представляющих собой разорванный проводник, который может замыкаться пластиной, прикрепленной к основанию посредством двух пружин площадь которой, а также жесткость пружины подобраны таким образом, что проводник замыкается при критических аэродинамических нагрузках. А также режим перевода в исходное положение на двух логических элементов ИЛИ, одного элемента ИЛИ-НЕ и реле типа РХ-4.564.706ПЗ.

Дешевизна и простота блока управления электронной следящей системой по заданной траектории солнца достигается путем задачи временных интервалов, пропорциональных перемещению солнца, мультивибратором на про-

граммируемом таймере типа КР 1006 ВИ1. Время включения двигателя системы задается одновибратором на однополовном таймере, включенным последовательно с мультивибратором.

Предложены схемы по комплексному использованию концентратора солнечного излучения включающие в себя системы

принудительной циркуляции и слежения. Практическая работа последних показала, что при использовании преимущества гелиоконцентратора локализовать оптическое излучение большой мощности в конкретном месте в технологических сельскохозяйственных процессах дает экономию на транспортировке и преобразовании энергии на 5-10%.

Вторая часть четвертой главы посвящена исследованию и разработке систем бесперебойного электропитания для сельскохозяйственных механизмов, действующих на удаленных фермерских хозяйствах и отгонных пастбищах.

В работе предложены разработанные схемы использования электрифицированных изгородей с природно-энергетическими преобразователями. Первый тип схем использует совместно солнечный потенциал и ветровую энергию, которые после преобразования подаются на блок управления, где происходит их сложение и стабилизация, а также частичное ответвление на аккумуляцию. Для более мобильных стад, которым приходится преодолевать значительные расстояния, разработана вторая схема включения электрифицированной изгоро-

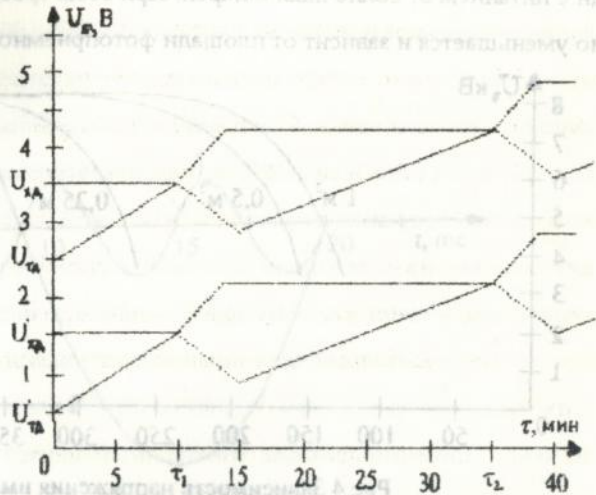


Рис.3 Временные зависимости термодатчика.

ди с питанием от солнечных батарей. При этом требуемая мощность значительно уменьшается и зависит от площади фотоприемной поверхности (рис.4).

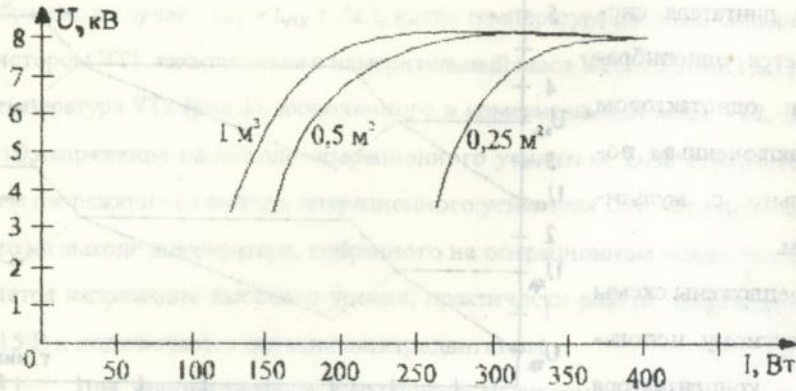


Рис.4 Зависимость напряжения импульса от мощности приходящего излучения

Разработан комплекс для стрижки овец, работающий от основных природно-энергетических источников - солнца и ветра, состав: стригальная машинка типа МСО-77Е с приводом от электродвигателя постоянного тока мощностью 100-120 Вт при 2760 об/мин, гибкий вал ВГ-10, солнечные батареи на основе  $\alpha\text{-Si}$  площадью 1,5-2  $\text{м}^2$  (типа "Старт-ЕС"), ветрогенератор малой мощности ("Ветерок") и суммирующе - перераспределяющий блок. При работе комплекса получена трехпроцентная экономия полезной мощности за счет использования двигателя постоянного тока и непосредственного расположения источников энергии вблизи потребителя.

Разработан комплекс для стрижки овец, использующий машинки с пристроенными и встроенными двигателями и солнечную батарею. Для снижения габаритов привода использовалось напряжение частотой 200 Гц, ( кривая 1 рис.5), которое преобразуется от двух источников постоянного тока разработанной схемой на двух транзисторных ключах. Для изменения частоты и амплитуды (кривая 2 рис.5) задаются подстроечными конденсатором  $C_r$  и сопротивлением  $R_r$ .

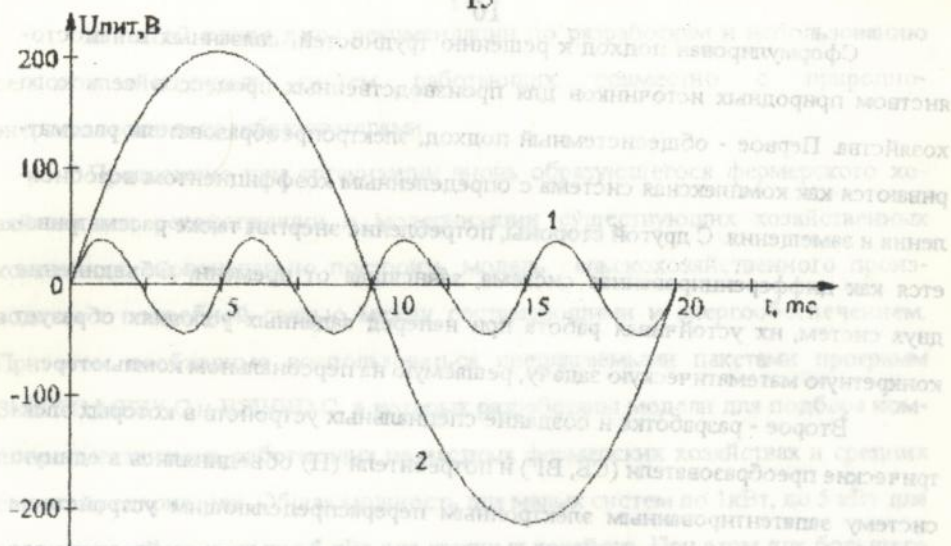


Рис.5 Осциллограммы питающих напряжений

Для заготовки трав для малых ферм разработана солнечная электрокоса, использующая преобразованную солнечную энергию. По полученным зависимостям мощности косы от площади (рис.6) и интенсивности падающего излучения выявлено, что оптимальным вариантом для покоса является электропривод мощностью 100-150 Вт с питанием от фотобатарей площадью  $1 \text{ м}^2$  при КПД 20%.

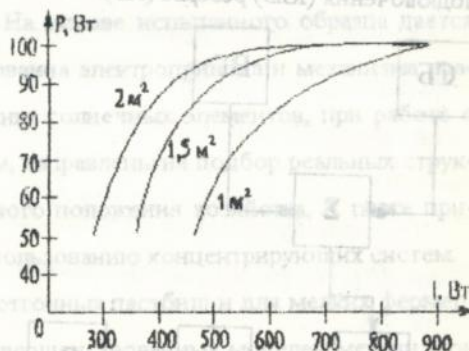


Рис.6 Зависимость мощности привода от интенсивности падающего излучения.

В заключении исследования систем жизнеобеспечения удаленных сельскохозяйственных объектов, приводятся разработки по модернизации и усовершенствованию электрических систем обеспечивающих прием информации и ее обратную передачу за счет создания непосредственной разводки по питанию аппаратуры: 12, 15, 28 и 130 В.

Сформулирован подход к решению трудностей, связанных с непостоянством природных источников для производственных процессов сельского хозяйства. Первое - общесистемный подход, электропреобразователи рассматриваются как комплексная система с определенным коэффициентом возобновления и замещения. С другой стороны, потребление энергии также рассматривается как дифференцированная система, зависящая от времени. Объединение двух систем, их устойчивая работа при наперед заданных условиях образует конкретную математическую задачу, решаемую на персональном компьютере.

Второе - разработка и создание специальных устройств в которых электрические преобразователи (СБ, ВГ) и потребители (П) объединялись в единую систему запатентованным электронным перераспределяющим устройством (рис. 7) анализирующем (ЭА, ТА) разность потенциала и распределяющим его таким образом (Кл1, Кл2), чтобы максимально использовать (П) и аккумулировать (АБ, Т) преобразованную природную энергию, а в случае ее отсутствия подключения (Кл3) резерва (АБ).

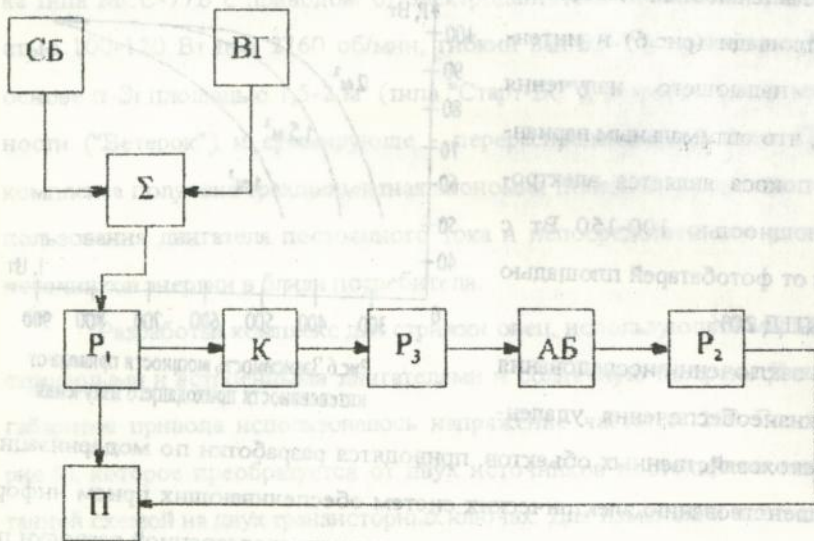


Рис. 7 Электронно-перераспределяющие устройства.

В пятой главе даны рекомендации по разработкам и использованию сельскохозяйственных систем, работающих совместно с природно-энергетическими преобразователями.

Предложено при организации вновь образуемого фермерского хозяйства или реконструкции и модернизации существующих хозяйственных комплексов первоначально построить модель сельскохозяйственного производства с подробной связью между составляющими и энергообеспечением. При этом необходимо воспользоваться предлагаемыми пакетами программ SMSY.C, MESY.C и BSWBD.C, в которых разработаны модели для подбора комплекса механизмов, работающих на частных фермерских хозяйствах и средних сельхозпредприятиях. Общая мощность для малых систем до 1кВт, до 5 кВт для средних хозяйств и свыше 5 кВт для крупных хозяйств. При этом для большего удобства в машину заложена база данных по природным ресурсам южных регионов нашей страны.

Приводятся рекомендации по проектированию и созданию концентрирующих систем слежения за солнцем. На основе испытанного образца дается схема построения гелиостата, использования электропривода и механизма вращения. Рекомендации по использованию солнечных элементов, при работе с концентрированным солнечным пучком, направлены на подбор реальных структур в зависимости от задач и финансового положения хозяйства. А также приводится ряд схем по комплексному использованию концентрирующих систем.

При создании и оборудовании отгонных пастбищ и для мелких фермерских хозяйств рекомендованы ряд усовершенствованных моделей механизмов и систем, которые построены на преимуществах природных преобразователей энергии, а также специально разработанные схемы при непосредственной ориентации преобразователя на конкретный механизм. Причем, и это подчеркивается, что элементная база полностью подобрана из отечественных комплектующих частей. Особо отмечено комплексное использование солнечных батарей и ветрогенераторов совместно с аккумулирующими системами посредст-

вом предложенного блока суммирования и перераспределения преобразованной энергии в энергообеспечении сельскохозяйственных процессов.

В конце пятой главы приводится оценка использования эффективности сельскохозяйственных систем с природными источниками энергии. При этом расчет необходимый для производственных комплексов, может быть частично или полностью задействовать программы по расчету оборудования для фермерских хозяйств SMSY.C, MESY.C и BSWBD.C, где наряду с параметрами оборудования закладывается и его стоимость.

**В заключении** приведены основные результаты и выводы работы.

1. Рассмотрены теоретические аспекты увеличения коэффициента полезного действия варнозных фотоэлектрических элементов и получены оптимальные характеристики  $U_{\text{кк}}=0.85 \text{ В}$ ,  $J_{\text{кк}}=23.1 \text{ мА/см}^2$ ,  $Q=0.87$ ,  $K3=0.82$ ,  $\text{КПД}=16.1\%$ .

Ухудшение электрических свойств полупроводниковых структур происходит за счет накопления заряда оборванных связей Si-Si и Si-O, которые можно стабилизировать ионной имплантацией Cs.

2. Разработанный и испытанный блок управления системы слежения на четырех германиевых фототранзисторах ФТ-2Г с темновым сопротивлением  $R_1=24 \text{ кОм}$ , с питанием  $U_p=12 \text{ В}$  и  $I_p=1 \text{ А}$ , позволяет экономить до 10% преобразованной энергии.

Упрощение управления системы слежения достигнуто в схеме по фиксированной траектории с мультивибратором на программируемом таймере типа КР 1006 ВИ1.

Оптимальным вариантом управляющего блока принудительной циркуляции является схема с двумя термодатчиками (транзисторы КТ3202А) на компараторе напряжения.

3. Упрощенная схема питания электронизгороди от солнечной батареи позволяет обеспечивать бесперебойную работу от фотоприемной поверхности площадью  $0,5 \text{ м}^2$  с КПД 20%.

За счет использования преобразования светового потока и ветропотенциала на оптимальных напряжениях ( $\cong 12, 24, 110, 220\text{В}$ ) и частотах (200 и 400 Гц) получено уменьшение потерь на промежуточных преобразователях и уменьшение веса механизмов в целом. При этом удается сэкономить 10% потребляемой мощности, а в отдельных случаях, при использовании высокочастотных двигателей, 30% потребляемой мощности.

4. Для совместной работы природных электрогенераторов и сельскохозяйственных механизмов был разработан блок перераспределения, анализирующий состояния потенциала (U) и обеспечивающий максимальное потребление и аккумуляцию.

5. Разработаны и внедрены математические модели систем фотоэлектрических батарей, ветрогенераторов и сельскохозяйственных процессов, температурного распределения потенциала для энергонезависимых мелких хозяйств.

6. Годовой экономический эффект от системы управления принудительной циркуляцией за счет эффективного теплоотбора и уменьшения затрат на органическое топливо составил 470 гривен в год. Окупаемость комплекса из солнечных батарей, ветрогенератора и блока суммирования и перераспределения составляет 3 года.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Грачева Л.И., Мазинов А.С., Чаботарь С.В. Автономные нетрадиционные системы энергоснабжения потребителей // Приборостроение- 94 /Тез. докл. Международной конференци.- Винница- Симферополь, 1994- С.163.

2. Мазинов А.С., Чаботарь С.В. Следящие системы геліоустановок // Вклад ученых аграрников в увеличение производства продукции с.х. в период перехода к рынку/ Материалы республиканской научной конференци. Симферополь, 1995- С.52.

3. Чаботарь С.В., Мазинов А.С. Системы преобразования нетрадиционных источников энергии // "Вклад ученых аграрников в увеличение производст-

ва продукции с.х. в период перехода к рынку/ Материалы республиканской научной конференции- Симферополь, 1995- С.43.

4.Грачева Л.И., Мазинов А.С., Чаботарь С.В. и др. Проектные решения использования систем энергоснабжения с использованием нетрадиционной энергии.- Симферополь: Таврида- 1995.-С.203.

5.Зайнабидинов С.З., Власов С.И., Мазинов А.С. и др. Моделирование на ЭВМ границы раздела полупроводник- диэлектрик МДП структур, подвергнутых внешнему воздействию// 32-й семинар по моделированию на ЭВМ радиационных и других дефектов в кристаллах- Минск, май-июнь 1991-С.132.

6.Власов С.И., Мазинов А.С., Насиров А.А. и др. Способ изготовления полупроводниковых структур // Авторское свидетельство №1797405 Заявка №4877644- 1992.

7.Мазинов А.С., Каримов И.Н., Насиров А.А. Вольтфарадные характеристики многослойных структур на основе легированного Si// Труды Ташкентского гос. университета- Ташкент,1990- С.87

8. Мазинов А.С., Грачева Л.И., Умеров Е.А., Чеботарь С.В. Энергосистема.// Авторська заявка №94117779, Офіційний бюлетень «Промислова власність», №2, 1996 р. - С.240.

9.Власов С.И., Мазинов А.С., Насиров А.А., Алимов Т.Ш. Радиационное дефектообразование в переходных слоях диэлектрик- металл- полупроводник// Радиационная физика твердого тела/ Тез.док. 1-ой региональной конференции республик Ср. Азии и Казахстана- Самарканд,1991,Ч.1.- С.60.

10.Власов С.И., Мазинов А.С., Насиров А.А., Пак Т.Х. Деградация параметров МДП структур подвергнутых облучению// Физические основы неустойчивости и деградации полупроводниковых приборов/ III Всесоюзная конференция- Кишинев, 1991- С.61.

11.Власов С.И., Мазинов А.С., Насиров А.А., Алимов Т.Ш. Влияние протонного облучения на спектр поверхностных состояний полупроводниковых структур// Узбекский физический журнал- Ташкент, 1991, В.6.- С.46-49.

12. Власов С.И., Мазинов А.С., Насиров А.А., Алимов Т.Ш., Пак Т.Х. Влияние электрически активных центров полупроводниковой подложки на характеристики слоев SiO<sub>2</sub>// Физика окисных пленок/ Тез. док. III Всесоюзной научной конференции. - Петрозаводск, 1991, Ч.1. - С.52.

13. Грачева Л.И., Гербер Ю.Б., Нугер Е.К., Мазинов А.С. и др. Учебное пособие к выполнению курсовых, дипломных и контрольных заданий с разработкой энергосберегающих технологий. - 1996 - С.152.

14. Мазинов А.С. Блок суммирования и перераспределения природных источников энергии // Информационный листок Крымского республиканского центра научно-технической и экономической информации, № 36-97. - Симферополь, 1997. - с.4.

Mazinov A.S. Power security of agricultural processes by use of renewed sources of energy.

The thesis for scientific degree of the Candidate of technical science on speciality of 05.20.02 - Application electrical technology in agricultural manufacture.

Work on power security of agricultural processes with use of transformed solar radiation in an electricity and heat by complex use of solar batteries, wind's generator, concentrators and solar collector is protected. To use developing scheme permit carry out 60% energy independent small-scale farm, and on occasion - 100%.

Мазинов А. С. Енергозабезпечення сільськогосподарських процесів при використанні відновлюваних джерел енергії.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05. 20. 02 - Застосування електротехнологій в сільськогосподарському виробництві.

436424

Захищається дисертаційна робота по енергозабезпеченню сільськогосподарських процесів з використанням преобразованого сонячного випромінювання в електроенергію та тепло при комплексному використанні сонячних батарей, вітрогенераторів, концентраторів і гелеколекторів. Використання розроблених схем дозволяє здійснювати 60% енергонезалежність дрібних господарств, а в окремих випадках - 100%.

Ключові слова : електроенергія, сонячна батарея, вітрогенератори, комплексне енергозабезпечення.

Здано на складання 03.02.97. Підписано до друку 05.02.97. Формат 60x80<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Гарнітура новогазетна. Друк офсетний. Умов. друк. арк. 1. Тираж 100. Зам. № 7983.

Інформаційно-видавничий відділ Сімферопольського державного університету.

333036. м. Сімферополь, вул. Ялтинская. 4.

436/27

AB 37.096